DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.240777

白鹅潭大道上跨珠江隧道敞口段总体方案研究

林俊勇,金学锋,张泽亮,王浩瀚
(广东省建筑设计研究院集团股份有限公司,广东 广州 510100)

摘 要: 白鹅潭大道为广州市白鹅潭商务区近江片区唯一南北贯通的城市次干道,白鹅潭大道上跨现状珠江隧道敞口段是使全线贯通的关键节点之一。综合考虑白鹅潭大道与现状珠江隧道及地铁结构的空间关系,在满足既有地铁保护要求、又不影响既有珠江隧道结构及运营安全的条件下,提出改造现状隧道敞口段侧墙增设台帽作为新建桥梁桥台、上跨既有隧道敞口段的总体设计方案。相关设计研究思路可供类似工程借鉴参考。

关键词: 总体设计;地铁保护;结构改造
中图分类号: U412.3 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7716(2025)01-0046-04

Study on Overall Scheme for Baietan Avenue Spanning Open Section of Pearl River Tunnel

LIN Junyong, JIN Xuefeng, ZHANG Zeliang, Wang Haohan
(Guangdong Provincial Architectural Design and Research Institute Group Co., Ltd., Guangzhou 510100, China)

Abstract: Baietan Avenue is the only urban north-south sub-arterial road in the area near the river of Baietan Business District in Guangzhou. Baietan Avenue spanning the current open section of the Pearl River Tunnel is one of the key nodes to connect the whole line. The spatial relationship between Baietan Avenue and the current Pearl River Tunnel and subway structure is comprehensively considered. Under the condition of meeting the protection requirements of the existing subway and not affecting the structure and operation safety of the Pearl River Tunnel, the overall design scheme of reconstructing the side wall of the open section of the current tunnel to add the abutment capping as a new bridge abutment and spanning the open section of the existing tunnel is proposed. The relevant design research ideas can provide the reference for similar projects.

Keywords: overall design; subway protection; structure reconstruction

1 概 述

1.1 项目背景

白鹅潭商务区位于粤港澳大湾区广佛极点核心区,是广州市重点打造的世界级地标商圈,也是荔湾区高质量发展的核心引擎。

白鹅潭大道整体呈南北走向,道路全长 11 km,是白鹅潭商务区近江片区唯一南北贯通的城市次干道,白鹅潭大道的建设将支撑白鹅潭商务区各组团的开发,分担芳村大道交通压力。白鹅潭大道珠江隧道段是白鹅潭大道的一个重要节点,其地理位置如图 1 所示。

图 1 白鹅潭大道地理位置图

1.2 工程概况

白鹅潭大道珠江隧道段北接上市路交叉口,南接上涌直街交叉口,其路网关系如图 2 所示。线路长度约 90 m,为城市次干路;标准段宽度为 32.8 m,双向 6 车道,设计速度为 40 km/h。本项目内容包含新建一座上跨珠江隧道(敞口段)桥梁以及改造现状

收稿日期:2024-07-19
作者简介:林俊勇(1992—),男,工学硕士,工程师,从事市政路桥设计工作。

中国知网 https://www.cnki.net

珠江隧道敞口段侧墙的增设台帽作为新建桥梁桥台。

图2　白鹅潭大道珠江隧道段路网关系图

2　节点平纵横设计

2.1　平面设计

由于北侧白鹅潭大道的两侧地块已出让，而南侧路段为现状立白大厦，前后路段的道路线位上均无调整空间，因此在平面线位上主要考虑衔接前后白鹅潭大道路段，如图3所示。设计上跨结构主要位于F5、F6节段上，进入F4节段的最大宽度约为0.85 m，进入F7节段的最大宽度约为1.36 m。

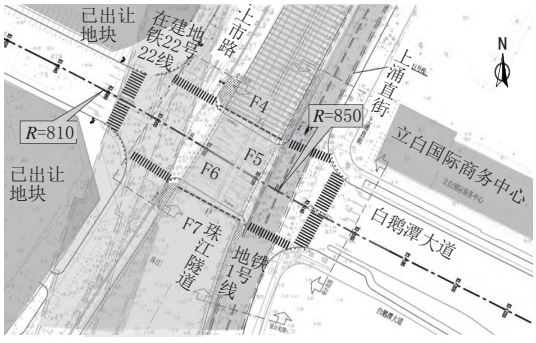

图3　道路平面设计图

白鹅潭大道珠江隧道段为城市次干路，设计速度40 km/h，本项目前后路段的道路轴线均为直线，两条直线在本项目范围内无交点，故设计采用两个大半径圆弧组成S形曲线相接。交叉口范围内平面共设置有2个交点，圆曲线半径分别为810、850 m，均大于不设缓和曲线的最小半径。

2.2　纵断面设计

纵断面按设计速度40 km/h的规范要求设计。珠江隧道净高按不低于5 m的标准控制，在能满足珠江隧道5 m通行净高的前提下，尽可能减少上跨结构的标高，减少道路填高对现状地铁1号线的附加荷载。道路竖向设计还需考虑接顺前后路段两侧的地坪标高，其中南侧路段地坪标高约8.5 m，新隆沙片区道路规划标高为9 m。

2.3　横断面设计

结合道路性质、交通需求及前后路段的衔接情况，白鹅潭大道珠江隧道段道路设计为双向6车道，在左右两幅机动车道上分别设置了2条3.5 m车道加1条3.25 m车道。两侧人行道包含防撞护栏宽度为2.5 m，有效通行宽度不小于2 m。采用“机非共面”的形式，非机动车道宽度为2.5 m，如图4所示。

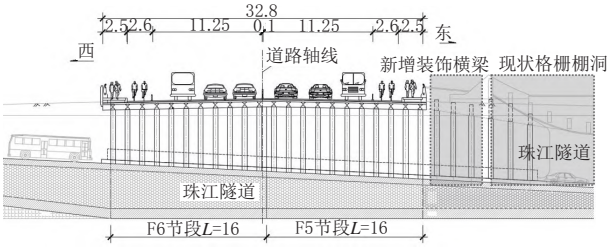

图4　道路横断面设计图（单位：m）

珠江隧道在白鹅潭大道范围内为变宽段，标准段为双向4车道，珠江隧道车道限宽为3 m。本项目在珠江隧道敞口段新增的上跨结构中柱轴线与现状中墙轴线对齐，中墙两侧检修道与现状检修道边线对齐，以避免改变珠江隧道的车行轨迹。

3　上跨结构方案设计

白鹅潭大道珠江隧道段需要上跨现状珠江隧道敞口段，因此对上跨结构方案的设计是本项目的关键。

3.1　主要影响因素分析

（1）珠江隧道：位于广州市荔湾区内，连接荔湾南北片区，于1994年1月18日正式通车，全隧道由北岸黄沙段、河中段和南岸芳村段三部分组成。

珠江隧道芳村敞口段共分为13节段，其中F1~F4节段与地铁1号线结构共壁，而F5~F13节段与地铁1号线结构相互分离；白鹅潭大道线位涉及珠江隧道F4~F7节段，该路段临近珠江隧道的格栅棚盖；珠江隧道结构宽度为25~28 m，为双向4车道。本项目新建上跨结构位于珠江隧道结构的F5~F7节段，与地铁结构为分离断面，如图5、图6所示；F5~F7节段隧道底位于中、微风化粉砂岩层。

（2）地铁1号线概况：地铁1号线为现状运营线路，为明挖矩形结构，其板顶覆土约5 m，结构总宽度约为11.4 m。

地铁1号线结构与珠江隧道结构在F5节段之前独立分离，从F4节段开始与珠江隧道结构共壁。

（3）地铁22号线概况：目前已进场施工，其轨面

中国知网　https://www.cnki.net

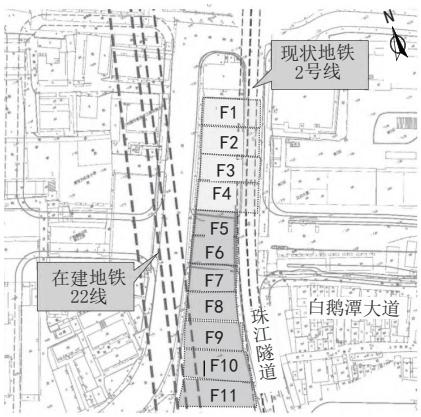

图5　地铁线路与珠江隧道平面位置图

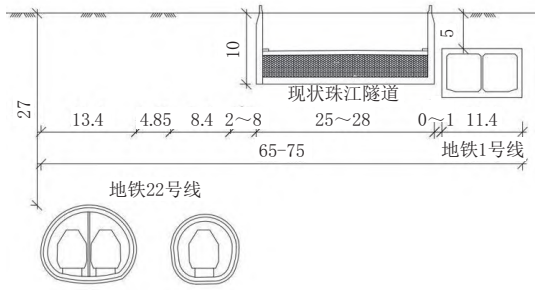

图6　地铁线路与珠江隧道位置关系剖面图（单位：m）

高程约为-28 m，且该路段含折返线，上下行线分开设置，为暗挖结构。

地铁22号线整体线位与珠江隧道斜交，在白鹅潭大道所涉及的F5~F7节段，地铁结构与珠江隧道平面间距为2~8 m。

3.2　下部结构设计思路

3.2.1　新建下部结构方案

为上跨既有隧道敞口段，考虑在两侧合适位置新建桥梁桩基及墩台，新建结构与既有结构需保持足够的安全距离，使工程风险较低。

根据城市轨道交通既有结构保护技术规范（DBJ/T 15-120—2017）[1]的要求，新建桥梁桩基与地铁结构应保持不小于3 m的安全净距，然而珠江隧道与地铁1号线的间距仅为0~1 m，与地铁22号线间距仅为2~8 m，因此上跨结构桩基础无法紧贴珠江隧道敞口段两侧布置，而需要布置在地铁1号线与地铁22号线外侧，最终桥梁总跨径约为81 m，如图7所示。

新建下部结构方案规模较大。除此之外，新建下部结构将侵入西侧地块已建地下室范围。该方案的经济性及可实施性均较差。

3.2.2　改造既有侧墙作为下部结构方案

由于新建桥梁桩基墩台方案的可行性较差，故提出改造既有侧墙作为下部结构的方案。根据珠江隧道竣工图资料，既有隧道敞口段底板位于中、微风化粉砂岩层，地基的承载力较高，因此考虑利用隧道侧墙来承受上跨结构的竖向压力。

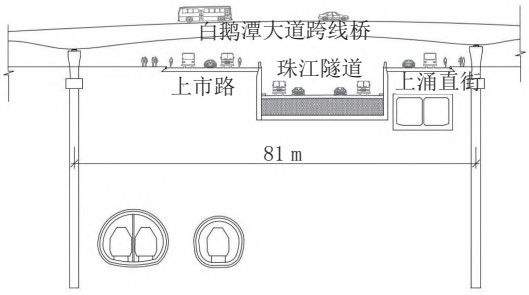

图7　新建下部结构方案示意图

设计方案为凿除侧墙顶部约0.5 m的增设帽梁，帽梁处于往外侧偏心的状态，帽梁对隧道侧墙往外的力矩对侧墙抵抗土压力有利；同时为减少上跨结构对侧墙的竖向压力，在隧道敞口段内设置与既有隧道中墙对齐的中柱，以分散上部结构的竖向力；为保持隧道底板结构的整体性，新增中柱设计为条形扩大基础。设计方案如图8所示。

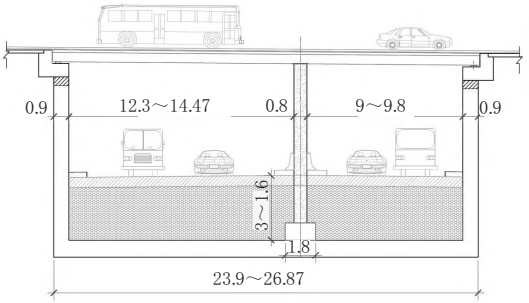

图8　改造既有侧墙作为下部结构方案示意图（单位：m）

基于上述分析，推荐采用改造既有侧墙的方式作为下部结构方案。

3.3　上跨结构设计思路

上跨珠江隧道结构顶板的设计方案可包含两种受力体系，分别如下文所示。

（1）完全固结框架体系：上跨顶板与隧道中柱及侧墙固结，形成两跨闭口框架结构体系。闭口框架结构体系虽然可增加顶板刚度，但是会对隧道侧墙产生附加的负弯矩，导致侧墙受力状态发生改变，而经计算，现状侧墙的配筋无法满足该状态下的受力要求。

（2）连续梁体系：在上跨结构主梁与中柱处设置减隔震支座，在上跨结构与隧道侧墙之间设置滑板支座，避免上跨结构对侧墙产生弯矩。在该结构体系下，顶板结构增加了对隧道侧墙的轴向压力，支座在侧墙外偏心，对侧墙受力有所改善，且原结构受力状态不发生实质性改变。

中国知网　https://www.cnki.net

基于上述分析，推荐上跨结构采用连续梁体系。

3.4　上跨结构设计方案

上跨结构最大跨度为 14.64 m，可选择方案的有预制 UHPC（Ultra-High Performance Concrete）梁、密排工字钢或普通混凝土空心板结构。各类上跨结构的优缺点总结如表 1 所列。

表 1　上跨结构形式比选表

结构形式	预制 UHPC 梁+现浇板	密排工字钢	普通混凝土空心板
梁高	0.6 m 预制梁+0.25 m 现浇板体系，总高为 0.85 m	1.2 m 钢梁+0.25 m 现浇板体系，总高为 1.45 m，梁高相对较高，不利于道路两侧地坪标高衔接	结构高 1.5 m（含整体化层和盖梁），梁高相对较高，不利于道路两侧的地坪标高衔接
自重及地基附加应力	结构自重介于钢结构和空心板结构间，地基附加应力相对较小	结构自重较轻，地基附加应力最小	结构自重最大，地基附加应力最大
结构特点	1. 主梁与中柱交接处通过钢板焊接固结，边支点采用滑板支座，形成 T 形刚构体系，受力性能与防水效果较好； 2. 抗弯刚度较大，不易变形，舒适性好	1. 运营期需定期检修，管养成本高； 2. 焊接工程量大，疲劳性能差	1. 需在跨中设置变形缝，防水性能存在隐患； 2. 板梁预制工艺最成熟，结构刚度大、抗弯刚度大
工程造价	适中	最高	最低

综合考虑上跨的结构自重、力学性能、运营养护便利性等因素，推荐采用“预制 UHPC 梁+现浇板”的方案。经过力学计算检验，现状隧道的结构底板及基础、侧墙的应力与变形均可满足相关规范要求。

4　对现状珠江隧道影响的分析及对策

4.1　对珠江隧道通风影响及措施

现状珠江隧道闭口段约为 800 m，采用纵向通风的方式，设置了 7 组射流风机，本项目在距现状隧道闭口段约 66 m 处新增了 32.8 m 长的盖板，但不影响原隧道的通风系统。

根据《建筑防烟排烟系统技术标准》（GB 51251—2017）[2]，项目新增的盖板长度为 32.8 m，盖板内隧道任意一点到室外的距离均满足小于 30 m 的要求，故可采用自然排烟的方式。

4.2　对珠江隧道洞口照明影响及措施

现状珠江隧道设置了格栅棚洞作为光线过渡段，格栅棚洞设置有夜间基础照明系统。新建上跨结构与现状格栅棚洞存在约 7 m 的空隙，设计方案在空隙内设置了过渡装饰横梁，以避免光线过渡不均匀。

根据《LED 城市道路照明应用技术要求》（GB 31832—2015）[3]，隧道长度为 32.8 m，不大于 50 m，

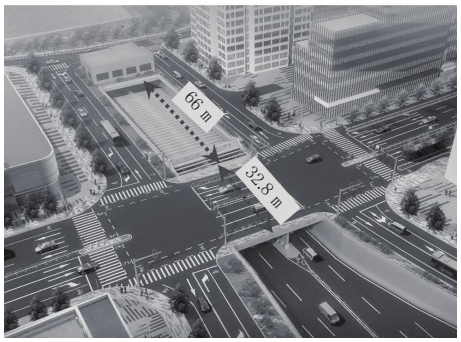

图 9　新建上跨结构与现状珠江隧道关系图

可不设置日间照明。但考虑到现状珠江隧道格栅棚洞与新建盖板之间的相互影响，本项目仍按照长隧道照明技术标准设置照明方案。

5　结　语

本文介绍了对白鹅潭大道上跨珠江隧道节点的道路平纵横设计与上跨现状隧道敞口段主要结构的设计方案，分析了新建上跨结构对现状珠江隧道的影响及应采取的措施。设计研究思路可供类似项目参考。

参考文献：

[1] DBJ/T 15-120—2017，城市轨道交通既有结构保护技术规范[S].

[2] GB 51251—2017，建筑防烟排烟系统技术标准[S].

[3] GB 31832—2015，LED 城市道路照明应用技术要求[S].

中国知网　https://www.cnki.net